

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number.: 11-337507

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.Cl.

G01N 23/20

(21)Application number : 10-141452

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 22.05.1998

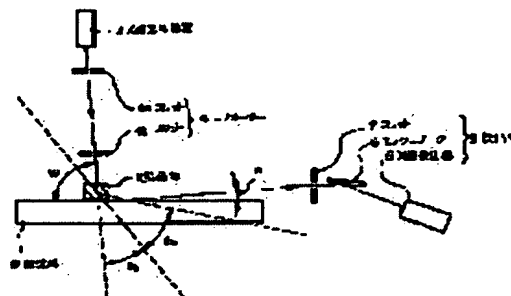
(72)Inventor : TAKADA KAZUHIRO
NOMA TAKASHI

(54) X-RAY REFLECTANCE MEASURING METHOD, AND DEVICE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an X-ray reflectance measuring device, which can evaluate the structure in a micro-area of a test sample when the surface of the test sample is irradiated with X-ray and a reflectance of X-ray reflected on the surface of the test sample is measured to evaluate the structure of the test sample.

SOLUTION: A crystalline 2 consisting of powder whose particle diameters are uniform is sprayed on the surface of a measured test sample 1. An X-ray from an X-ray generating device 3 arranged on the surface side of the measured test sample 1 is cast on the crystalline 2 via a collimator 4 comprising slits 4a and 4b. The X-ray cast on the crystalline 2 is diffracted by the crystalline 2 and is made incident on the surface of the measured test sample 1 at a small angle with respect to the surface of the measured test sample 1 to make total reflection on the surface of the measured test sample 1. The X-ray diffracted by the crystalline 2 is made incident on the measured test sample 1 thus, the width of an X-ray irradiated area on the surface of the measured test sample 1 is lessened. The X-ray reflected on the surface of the measured test sample 1 passes through a slit 7 and a monochromator 6 and an X-ray detector detects the X-ray.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-337507

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.
G 0 1 N 23/20

識別記号

F I
G 0 1 N 23/20

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-141452

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月22日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 高田 一広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 野間 敬

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

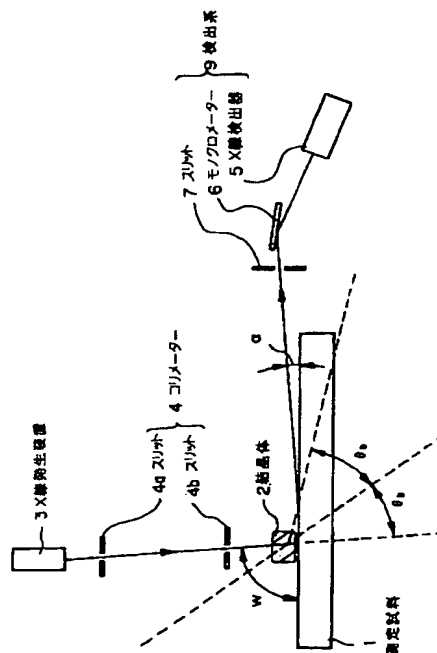
(74) 代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54) 【発明の名称】 X線反射率測定方法およびX線反射率測定装置

(57) 【要約】

【課題】 試料の表面にX線を照射し、その試料の表面で反射されたX線の反射率を測定して試料の構造を評価する際、試料の微小領域の構造を評価することができるX線反射率測定装置を実現する。

【解決手段】 測定試料1の表面には、粒子径の揃った粉末から成る結晶体2が散布されている。測定試料1の表面側に配置されたX線発生装置3からのX線が、スリット4aおよび4bから成るコリメーター4を介して結晶体2に照射される。結晶体2に照射されたX線は結晶体2により回折され、回折されたX線が、測定試料1の表面で全反射するように測定試料1の表面に対して小さい角度で測定試料1の表面に入射する。ここで、結晶体2で回折したX線を測定試料1に入射させることにより、測定試料1表面でのX線の照射領域の幅が小さくなる。測定試料1の表面で反射されたX線は、スリット7およびモノクロメーター6を経てX線検出器8で検出される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料の表面にX線を照射した時に該試料により反射されたX線の強度および、該強度の角度依存性を測定することで前記試料の、前記X線が照射された部分の構造を評価するためのX線反射率測定方法において、
前記試料の表面の近傍に結晶体を配置する段階と、
X線を発生させる段階と、
前記X線を平行化する段階と、
平行化された前記X線の少なくとも一部を前記結晶体により回折させて前記試料の表面に斜めに入射させる段階と、
前記試料の表面で反射されたX線を検出して該X線の強度および、該強度の角度依存性を測定する段階とを有することを特徴とするX線反射率測定方法。

【請求項2】 前記結晶体として、粒子径が10nm以上10μm以下の粉末を用いる請求項1に記載のX線反射率測定方法。

【請求項3】 試料の表面にX線を照射した時に該試料により反射されたX線の強度および、該強度の角度依存性を測定することで前記試料の、前記X線が照射された部分の構造を評価するためのX線反射率測定装置であって、

X線を発生させるX線発生手段と、

前記X線発生手段からのX線を平行化する平行化手段と、

前記試料の表面の近傍に配置され、前記平行化手段により平行化されたX線の少なくとも一部を回折させて前記試料の表面に斜めに入射させる結晶体と、

前記試料により反射されたX線の強度および、該強度の角度依存性を測定するために前記X線を検出するX線検出手段とを有するX線反射率測定装置。

【請求項4】 前記結晶体として、粒子径が10nm以上10μm以下の粉末が用いられている請求項3に記載のX線反射率測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、X線反射率測定方法およびX線反射率測定装置に関し、特に、X線を利用して試料の構造を評価するためのX線反射率測定方法およびX線反射率測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 超薄膜や多層膜の試料の解析を行う方法の1つとして、X線反射率を利用したX線反射率測定方法が用いられている。X線反射率を利用したX線反射率測定方法では、波長が1Å程度のX線を試料の表面に照射し、照射したX線を試料の表面で光学的に鏡面反射させる。このように試料にX線を照射した状態で、例えば試料を回転させ、試料の表面で反射されたX線の強度の角度依存性、すなわち、入射角あるいは出射角の依存性

を測定する。そして、複素屈折率およびフレネルの式を基に、試料の、X線を照射した部分についての解析が行われる。

【0003】 試料が薄膜を有している場合には、薄膜のそれぞれの界面で反射されたX線や、試料の表面で反射されたX線が互いに干渉することになる。この場合、界面でのX線の反射率に試料の各層の厚さを反映した干渉パターンが得られる。その上、試料の表面や界面に凹凸（ラフネス）がある場合、このラフネスがそれぞれの面でのX線の反射率に影響することになる。従って、これらの現象を取り込んだX線の反射率に関する数式などを用いることで、試料の各層の厚さ、試料の各層の密度および組成、試料の各界面のラフネスなどを求めることができる。

【0004】 上述したX線を利用したX線反射率測定方法により、厚さが1nmから数100nmまでの薄膜を非破壊で評価することができる。

【0005】 現在、一般的に行われている、X線反射率を利用したX線反射率測定方法およびX線反射率測定装置の一例として、[T.C.Huang, W.Parrish, Adv. X-ray Anal. 35, 137(1992)]に記載されているものがある。図2は、[T.C.Huang, W.Parrish, Adv. X-ray Anal. 35, 137(1992)]に記載されているX線反射率測定装置の概略を示す模式図である。

【0006】 従来のX線反射率測定装置では、図2に示されるように、X線源31から出射するX線の進行方向に、スリット32、チャネルカットモノクロメーター33、スリット34、試料35、スリット36、チャネルカットモノクロメーター37、スリット38およびX線検出器39がこの順番でX線源31側から並べられている。X線源31としては回転対陰極などが用いられる。チャネルカットモノクロメーター33は、チャネルカットモノクロメーター33に入射するX線を単色化すると共に平行化するためのものである。チャネルカットモノクロメーター37は、チャネルカットモノクロメーター37に入射するX線から散乱X線や蛍光X線を除去するためのものである。X線検出器39としてはシンチレーションカウンターなどが用いられる。試料35の表面は平坦となっており、その表面にX線を入射させる。

【0007】 X線源31から放射されたX線のうち、スリット32およびチャネルカットモノクロメーター33を通過したX線は、スリット32およびチャネルカットモノクロメーター33によって単色化されると共に平行化される。単色化および平行化されたX線は、スリット34を通過して、試料35の表面に対して微小な角度 θ で試料35の表面に入射する。このように試料35の表面と、その表面に入射するX線の進行方向とでなす角度をX線の入射角 θ とする。この入射角 θ が、試料35における全反射臨界角 θ_c よりも小さくなると、試料35の表面でX線が光学的に全反射する。この全反射臨

界角 θ_c の値は、試料35の屈折率に依存している。

【0008】試料35で反射したX線はスリット36およびチャネルカットモノクロメーター37を通過することで、散乱X線および蛍光X線など、測定に不要なX線が除去される。スリット36およびチャネルカットモノクロメーター37を通過したX線は、スリット38を通過した後にX線検出器39に入射することで、そのX線の強度がX線検出器39により測定される。そして、X線検出器39により測定されたX線の強度を用いて、X線に対する試料35の反射率を計算する。

【0009】試料35の表面にX線を照射した時の臨界角は試料35の屈折率により決定されるが、それは構成材料の電子密度に依存しており、その構成材料の電子密度の変化に伴って臨界角が変化する。図2に示した角度 θ が大きくなってX線の入射角 θ_i が大きくなるにしたがい、X線が次第に試料35の深くに入り込み、理想的な平面を有する物質では、入射角 θ_i が臨界角 θ_c よりも大きくなると、X線の反射率が $\theta_i - \theta_c$ に比例して急激に減少する。

【0010】試料35として、基板上に、その基板とは電子密度の異なる別の物質から成る薄膜を均一の厚さで積層したものを用いると、基板と薄膜との界面および、薄膜の表面で反射されたX線が互いに強め合ったり、弱め合ったりして、それらのX線の反射率曲線にX線の干渉による振動パターンが現れる。そして、その振動パターンの周期から試料35の薄膜の厚さを調べることができ、振動パターンの振幅の角度依存性から基板と薄膜との界面および、薄膜の表面に関する情報が得られる。また、振動パターンの周期と振幅の両方を用いることで、試料35に形成された薄膜の密度を求めることができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のX線反射率測定装置においては、X線を有限の反射率で反射させるためにX線の入射角が臨界角付近に設定されているが、この臨界角は非常に小さく、例えば、CuK α のX線に対してガラス板での臨界角は0.22°となる。そのため、実験室などで用いるX線源として強力な回転対陰極のX線源を用いた場合、例えばスリットなどで試料に照射する直前でX線の幅を50 μ m程度に制限したとしても、臨界角付近で入射させた場合の、試料上でのX線の照射領域のサイズが数cmになってしまう。また、放射光などの高輝度光源を用いてマイクロビームを形成したとしても、試料上でのX線の照射領域のサイズとしては数mm程度が限度であり、それよりも小さな領域にX線を照射して測定を行うことは無理である。従って、試料の微小領域での反射率の相違などを評価することは、従来の技術で不可能とされていた。

【0012】本発明の目的は、試料にX線を照射した時に試料により反射されたX線の強度および、その強度の

角度依存性を測定して試料の構造を評価する際、試料の微小領域の反射率を測定して、試料の微小領域の構造を評価することができるX線反射率測定方法およびX線反射率測定装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のX線反射率測定方法は、試料の表面にX線を照射した時に該試料により反射されたX線の強度および、該強度の角度依存性を測定することで前記試料の、前記X線が照射された部分の構造を評価するためのX線反射率測定方法において、前記試料の表面の近傍に結晶体を配置する段階と、X線を発生させる段階と、前記X線を平行化する段階と、平行化された前記X線の少なくとも一部を前記結晶体により回折させて前記試料の表面に斜めに入射させる段階と、前記試料の表面で反射されたX線を検出して該X線の強度および、該強度の角度依存性を測定する段階とを有することを特徴とする。

【0014】上記の発明では、発生させたX線を平行化した後、平行化したX線の少なくとも一部を、試料の表面の近傍に配置された結晶体により回折させて試料の表面に斜めに入射させる。ここで、試料の表面でX線が全反射するように、試料の表面に対して小さい角度で試料の表面にX線を照射する際、結晶体の特定の結晶面で回折されたX線を試料に照射することにより、試料の表面でのX線の照射領域の幅を小さくすることができる。従って、試料表面の微小領域にX線を照射し、その微小領域で反射されたX線を検出してX線の強度および、その強度の角度依存性を測定することによって、微小領域でのX線の反射率を求めて試料の微小領域の構造を評価することができる。その結果、従来の技術では不可能とされていた、試料の微小領域の構造を評価することができるX線反射率測定方法が実現される。

【0015】また、前記結晶体として、粒子径が10nm以上10 μ m以下の粉末を用いることが好ましい。

【0016】上記のように結晶体として、粒子径が10nm以上10 μ m以下の粉末を用いることによって、結晶体によりX線を回折させてそのX線を試料の表面に照射する際、試料の表面に対して所望の角度で、かつ、試料の表面での照射領域の幅を数mmよりも小さくさせてX線を照射することができる。粉末の粒子径が約10 μ mよりも大きくなると、その粉末での回折条件を満たす方向が離散的になり、試料の表面にX線を所望の角度で入射させることができなくなる場合がある。また、粉末の粒子径が約10nmよりも小さくなると、粉末でX線が回折されて生じる回折線のビーム自体が、無視できない程の有限の広がりを持ち、試料の表面で反射されたX線を検出する際の角度分解能が低下してしまうので、不都合である。

【0017】さらに、本発明のX線反射率測定装置は、試料の表面にX線を照射した時に該試料により反射され

たX線の強度および、該強度の角度依存性を測定することと前記試料の、前記X線が照射された部分の構造を評価するためのX線反射率測定装置であって、X線が発生させるX線発生手段と、前記X線発生手段からのX線を平行化する平行化手段と、前記試料の表面の近傍に配置され、前記平行化手段により平行化されたX線の少なくとも一部を回折させて前記試料の表面に斜めに入射させる結晶体と、前記試料により反射されたX線の強度および、該強度の角度依存性を測定するために前記X線を検出するX線検出手段とを有する。

【0018】上記の発明では、上述したX線反射率測定方法が用いられており、試料の表面でX線が全反射するように、試料の表面に対して小さい角度で試料の表面にX線を照射する際、結晶体の特定の結晶面で回折されたX線を試料に照射することにより、試料の表面でのX線の照射領域の幅を小さくすることができる。従って、上述したのと同様に、試料表面の微小領域にX線を照射し、その微小領域で反射されたX線を検出してX線の強度および、その強度の角度依存性を測定することによって、微小領域でのX線の反射率を求めて試料の微小領域の構造を評価することができる。その結果、試料の微小領域の構造を評価することができるX線反射率測定装置が得られる。

【0019】さらに、前記結晶体として、粒子径が10nm以上10 μ m以下の粉末が用いられていることが好ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0021】図1は、本発明の一実施形態のX線反射率測定装置について説明するための模式図である。

【0022】本実施形態のX線反射率測定装置では、図1に示すように、測定試料1の表面に結晶体2が配置されている。測定試料1の材質として石英ガラスを用い、その測定試料1の表面に、結晶体2として、粒径が約2 μ mの窒化アルミニウムの粉末を均等に散布した。走査型電子顕微鏡によって、測定試料1の表面に散布された窒化アルミニウムの粉末の粒径および分布を観察することができる。

【0023】測定試料1は、単層膜または多層膜のいずれのものであってもよい。

【0024】また、結晶体2は、粒子径の揃った粉末で、結晶の選択配向性が小さいものであることが好ましい。結晶体2を構成する結晶粉末は、上述したように測定試料1上に均一に分布している必要がある。結晶体2の結晶粒径には、次に説明する条件が必要とされる。

【0025】結晶体2の結晶子径が数 μ mより大きかったり、結晶の選択配向性が大きかったりする場合には回折条件を満たす方向が離散的になるので、測定試料1の表面にX線を所望の角度で入射させることができなくな

る場合があり、不都合である。一方、結晶体2の結晶子径が数nm程度よりも小さくなると、回折線のビーム自体が、無視できない程の有限の広がりをもつので、測定試料2の表面で反射したX線を検出する際の角度分解能が低下し、不都合である。これらのことにより、結晶体2の粒子径は、10nm～10 μ mの範囲内になるようにする。また、測定試料1上に結晶体2を配置する際、配向を極力排除するようにする。

【0026】測定試料1上に結晶体2を配置する具体的な方法としては、結晶体粉末を溶かした溶媒をスピンコートなどで測定試料1上に塗布し、塗布した溶媒を乾燥させる方法がある。また、結晶体粉末を溶かした有機溶媒などをスプレーコートなどで測定試料1上に塗布する方法を用いてもよい。さらに、これらの方法以外にも、上述した条件を満たして結晶体2を形成できる方法であれば、どのような方法を用いてもよい。

【0027】測定試料1は、測定試料1の表面に対して垂直な軸を中心に測定試料1を回転させるゴニオメーター（不図示）に取り付けられている。測定試料1におけるX線の反射率の角度依存性を測定するために、測定試料1がゴニオメーターによって回転される。

【0028】測定試料1の表面側には、X線が発生させるX線発生手段としてのX線発生装置3が配置されている。X線発生装置3によって、測定試料1表面の結晶体2に照射するX線が発生される。

【0029】X線発生装置3としては、Cuを対陰極とする回転対陰極X線管を使用した。その回転対陰極X線管を管電圧40kV、管電流300mAで駆動し、X線発生装置3のX線焦点をラインフォーカスとした。

【0030】X線発生装置3と測定試料1の間には、スリット4aおよび4bから構成されるコリメーター4が配置されている。スリット4aおよび4bは、X線発生装置3側からこの順番で並べられており、スリット4aおよび4bのそれぞれのスリット幅は50 μ mである。スリット4aとスリット4bとの間隔を400mmとし、スリット4bと測定試料1との間の距離を100mmとした。結晶体2を構成する窒化アルミニウムの（100）面の回折ピークは、CuK α のX線に対して角度2 θ_0 が33.216°で観測される。ここで、測定試料1の表面に結晶体2がない場合に、X線発生装置3から発せられてコリメーター4を通過したX線が測定試料1の表面に入射する角度 w をほぼ33°に設定する。このことにより、窒化アルミニウムの（100）面で回折されたX線が測定試料1の石英ガラス面に小さい入射角度で入射する。

【0031】このような配置では、X線発生装置3からのX線の一部が結晶体2により回折されて測定試料1の表面に照射されるので、測定試料1の表面に入射するX線の発散角度は約0.25mrad（約0.014°）となり、測定試料1の表面におけるX線の照射領域の幅は約

1.30 μm となった。

【0032】結晶体2で回折された後に測定試料1で反射されたX線の進行方向には、検出系9が配置されている。検出系9は、測定試料1側から順に並べられたスリット7およびモノクロメーター6と、モノクロメーター6で反射されたX線を検出するX線検出器5とから構成されている。スリット7のスリット幅は50 μm であり、スリット7と測定試料1との距離を200 mmとした。

【0033】モノクロメーター6は、蛍光X線や散乱X線を除去し、それらのX線をX線検出器5に入射させないようにするためのものであり、スリット7とX線検出器5との間にモノクロメーター6を適宜配置させる。モノクロメーター6としてはグラファイトモノクロメーターを用い、X線検出器5としてはシンチレーションカウンターを用いた。検出系9の角度分解能は約0.25 mrad (約0.014°) である。

【0034】スリット7は、検出系9の上記の角度分解能を達成するためのものであり、スリット7としては、通常、スリット幅が50 μm 程度以下のものを用いればよい。

【0035】モノクロメーター6は、蛍光X線や散乱X線を除去し、それらのX線をX線検出器5に入射させないようにするためのものである。

【0036】ここで、X線反射率を測定して測定試料1を解析する際には、 $(1/1000)^\circ$ 程度の角度精度が要求される。そのためにも、測定試料1に照射するX線には、単色性と平行性が要求される。通常の実験室系で用いられるX線反射率測定装置では、使用するX線が発散ビームのため、X線発生装置3と測定試料1との間にモノクロメーターなどを配置し、X線発生装置からのX線の単色化と平行化を行ってもよい。

【0037】次に、具体的なX線反射率測定方法の手順について説明する。

【0038】まず、測定試料1の表面に、結晶体2として窒化アルミニウムの粉末をできる限り均等に、かつ配向しないように配置させる。

【0039】次に、結晶体2の粉末のブラッグ角度 θ の測定を行う。ブラッグ角度 θ の測定に際しては、通常の集中法を用いた光学系や、平行ビーム法を用いた光学系のいずれのものも用いることができる。結晶体2の膜厚が薄い場合には、X線発生装置3からのX線を固定角で測定試料1に斜めに入射させ、X線検出器5をスキャンさせる。通常の結晶粉末の回折線では、大きい角度側でピークの重なりが生じるために、小さい角度側での明瞭なピークを用いて回折角度、すなわちブラッグ角度 θ を正確に求める。

【0040】上記の操作で得られた結晶体2の粉末のブラッグ角度 θ で、X線発生装置3からのX線を測定試料1に照射する。測定試料1内の微小領域でのX線の反射率を測定するために、X線発生装置3からのX線がコ

リメーター24によって微小面積に制限される。

【0041】X線発生装置3により発生するX線の強度としては、X線の反射率の解析において十分なデータが取得できる範囲で強度がとれるように調整を適宜行いながら決定する。このようにしてコリメーター4により微小化されたX線を結晶体2の結晶粉末に入射させる。結晶体2に入射したX線は、結晶体2の結晶粉末の特定の面により回折され、回折されたX線が測定試料1の表面に入射する。測定試料1に入射したX線は測定試料1により反射され、反射されたX線が、スリット7を通過してからモノクロメーター6を経て、X線検出器5で検出される。このようにしてX線検出器5でX線が検出されると共に、そのX線の強度が測定されて記録される。

【0042】そして、測定試料1が取り付けられているゴニオメーターの中心軸を回転中心として測定試料1を一定角度だけ回転させると共に、そのゴニオメーターの中心軸を中心に検出系9が旋回するように検出系9を走査する。この際、測定試料1の表面で反射されたX線のうち、X線の進行方向と測定試料1の表面とで成す角度 α が0°~5°程度となる範囲のX線を測定する。このX線の測定を繰り返すことによって、測定試料1で反射されたX線の強度の角度分布が得られる。

【0043】次に、測定結果を基に、X線の、測定試料1の表面との成す角度と、そのX線の反射率との関係として、横軸に角度、縦軸に反射率を取り、シミュレーションをする。これにより、測定試料1の微小領域の膜の厚さ、密度、組成およびラフネスなどを求めることができる。これらの物性値を求めるための解析アルゴリズムなどとしては、複素屈折率とフレネルの式を基礎とした式や、フーリエ解析法などが用いられる。

【0044】本実施形態では、測定して得られた反射X線強度曲線を基に解析を行ったところ、測定試料1を構成する石英の表面における幅130 μm の微小領域の情報として、密度が2.20 g/cm³、表面粗さが0.7 nmの値が得られた。

【0045】以上で説明したように、本実施形態では、X線発生装置3で発生させたX線をコリメーター4で平行化した後、平行化されたX線を、測定試料1の表面の近傍に配置された結晶体2により回折させ、回折したX線の一部が測定試料1の表面で全反射するように、回折したX線の一部を測定試料1の表面に斜めに入射させる。測定試料1の表面でX線が全反射するように、測定試料1の表面に対して小さい角度で測定試料1の表面にX線を照射する際、結晶体2の特定の結晶面で回折されたX線を測定試料1に照射することにより、測定試料1の表面でのX線の照射領域の幅を小さくすることができる。従って、測定試料1表面の微小領域にX線を照射し、その微小領域で反射されたX線を検出してX線の強度および、その強度の角度依存性を測定することによって、微小領域でのX線の反射率を求めて測定試料1の微

小領域の構造を評価することができる。その結果、従来の技術では不可能とされていた、試料の微小領域の構造を評価することができるX線反射率測定装置が得られる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、試料の表面でX線が全反射するように、試料の表面に対して小さい角度で試料の表面にX線を照射する際、結晶体の特定の結晶面で回折されたX線を試料に照射することにより、試料の表面でのX線の照射領域の幅を小さくすることができる。従って、試料の微小領域でのX線の反射率を求めることで、従来の技術では不可能とされていた、試料の微小領域の構造を評価することが可能になるとい

う効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態のX線反射率測定装置について説明するための模式図である。

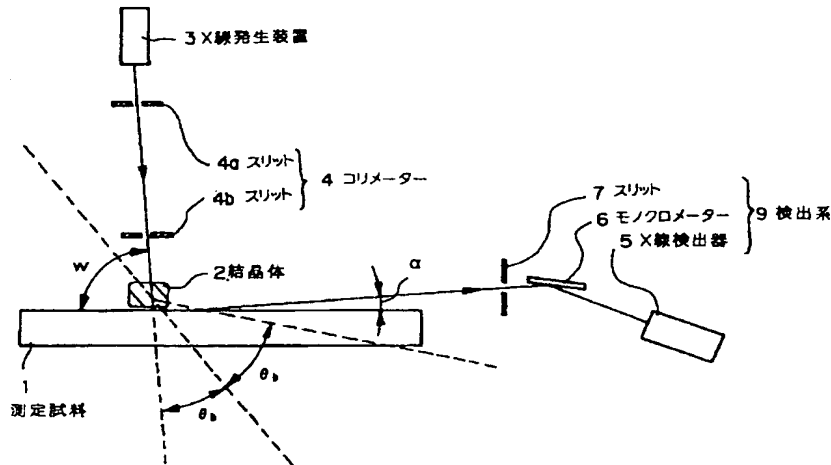
【図2】従来の技術によるX線反射率測定装置の概略を*

* 示す模式図である。

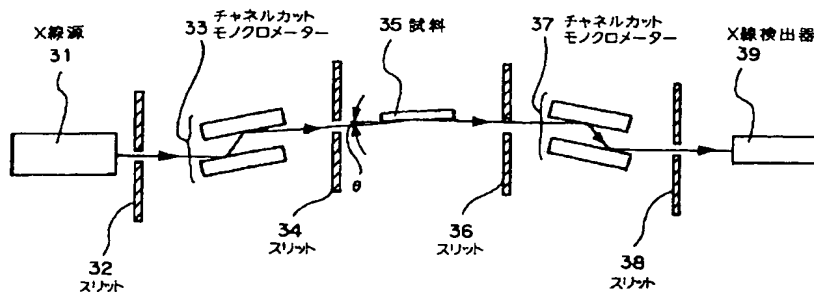
【符号の説明】

- 1 測定試料
- 2 結晶体
- 3 X線発生装置
- 4 コリメーター
- 4 a、4 b、7 スリット
- 5 X線検出器
- 6 モノクロメーター
- 9 検出系
- θ_i 入射角：X線の進行方向と試料表面とのなす角
- θ_c 全反射臨界角（入射角と同一の測定で測った角）
- θ_b ブラッグ角度（入射角と同一の測定で測った角）
- w 入射角
- α 出射角

【図1】



【図2】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.